

ВИЗНАЧЕННЯ МЕТОДУ ЦИФРОВОЇ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ ПРИ АНАЛІЗІ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

*І. Г. Абраменко, к.т.н., Д. М. Жданов, ст. гр. ХарС ЕСЕ09-23
Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова, 61002, Україна, м. Харків, вул. Революції, 12
Email simba_kharkov@mail.ru*

Проблемі контролю й забезпечення якості електроенергії в останні роки приділяється велика увага. І це не випадково, тому що недотримання нормованих показників якості веде до матеріального збитку на підприємствах, що оснащуються усе більш тонкою й досконалою технологією з високим ступенем автоматизації виробничих процесів. У промислових електротехнічних системах у силу наявності нелінійних елементів, динамічно змінюючихся навантажень і комутацій, електричні режими мають нестаціонарний характер, що проявляється у відхиленні струмів і напруг від синусоїдальної форми. Для оцінки й дослідження поведінки таких об'єктів застосовуються різні методи математичного моделювання, аналізу й статистичної обробки гармонійного складу струмів і напруг [1].

Традиційним математичним апаратом, що використовується для аналізу гармонійного складу струмів і напруг, є перетворення Фур'є, зокрема, його дискретна форма ДПФ [2].

Перетворення Фур'є є ефективним засобом дослідження сигналів. Разом з тим цей підхід має ряд недоліків, які особливо помітно проявляються на нинішньому етапі науково-технічного розвитку. Справа в тому, що сучасні системи обробки інформації й керування все більшою мірою орієнтуються на роботу зі складними сигналами в реальному часі з урахуванням наявних перешкод. Підвищення вимог до точності й швидкодії при обробці нестаціонарних сигналів (а таких в електроенергетиці більшість) створюють серйозні труднощі для застосування ДПФ.

Серед проблем, що виникають при використанні ДПФ для обробки складних сигналів, виділимо наступні:

- базисною функцією для розкладання в ряд Фур'є є гармонійне (синусоїдальне) коливання, що математично визначене в інтервалі часу від $-\infty$ до ∞ й має незмінні в часі параметри;

- у результаті окремі особливості сигналу (наприклад, розриви або піки) викликають незначну зміну частотного образу сигналу у

всьому інтервалі частот від $-\infty$ до ∞ , які "розмазуються" по частотній осі, що робить їхнє виявлення по спектру практично неможливим;

- по складу вищих складових спектра практично неможливо оцінити місце розташування особливостей на часовій залежності сигналу і їхній характер.

Проблеми гармонійного аналізу сигналів, обмежених у часі й нестационарних сигналів, частково вирішуються переходом до короткочасного або віконного перетворення Фур'є (ВДПФ) [2,3]. Ідея віконного перетворення полягає в сегментуванні сигналу на фрагменти (вікна), у межах яких його можна вважати стаціонарним, із застосуванням дискретного перетворення Фур'є для цих фрагментів. У цьому випадку з метою зменшення впливу кінцевої довжини ділянок на якість одержуваних спектральних оцінок кожний фрагмент сигналу множиться на вісову (віконну) функцію $w(t, \tau)$, що повинна спадати до країв сегмента (τ - параметр, що задає зміщення вікна на часовій осі).

Віконне перетворення Фур'є не дозволяє міняти ширину вікна в процесі перетворення - віконна функція фіксована протягом усього перетворення.

На практиці віконна функція звичайно застосовується з перекриттям у часовій області з наступним усередненням результатів ВДПФ.

Множення сигналу на вагову функцію відповідає згортці спектрів сигналу й вагової функції. Це приводить до того, що піки, що є в спектрі сигналу, розширюються. Однак при цьому стає можливо зменшити рівень бічних пелюстків спектральної функції. Платою за це є розширення центрального пелюстка частотної характеристики.

Для проведення гармонійного аналізу сигналів за допомогою ВДПФ в електричних мережах у режимі реального часу авторами розроблено алгоритм програми, орієнтованої на виявлення частот у заданому діапазоні без твердої лімітації на кількість відрізків.

Аналіз використання цього алгоритму показав, що шляхом підбору типу віконної функції й ширини вікна можна одержати хороше розв'язання за часом, але погане по частоті (рисунок 1а), або хороше розв'язання по частоті, але погане за часом (рисунок 1б).

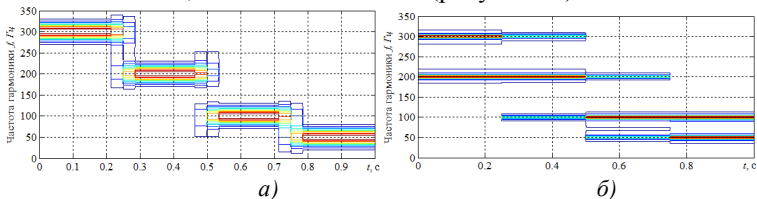


Рисунок 1 - Порівняння здатності розв'язання ВДПФ по частоті й часу

У той же час у системах електропостачання необхідно контролювати гармоніки в діапазоні 50-2000 Гц. Оскільки віконне перетворення оперує з вікнами, що мають однакову ширину, протиріччя розв'язання відповідно до принципу Гейзенберга для цього методу нерозв'язно.

Тому доцільно провести дослідження можливості застосування для аналізу таких сигналів напрямку у гармонійному аналізі, що з'явився зовсім недавно - методів вейвлет-аналізу, які орієнтовані на аналіз нестационарних процесів у частотно-часовому просторі [2,3].

Основна концепція побудови вейвлет-методів складається в представленні сигналу у вигляді сукупності зміщень і стисків деякої функції - вейвлета. Вейвлет-функція локалізована в часі й частоті, що забезпечує вейвлет-перетворення властивістю виявляти локальні короткочасні особливості сигналу. Саме за рахунок зміни масштабів вейвлети здатні виявити розходження в характеристиках на різних шкалах, а шляхом зміщення проаналізувати властивості сигналу в різних точках на всьому досліджуваному інтервалі.

При контролі якості електроенергії на базі вейвлет-методів актуальним є реалізація завдань математичного моделювання таких об'єктів. В якості програмного забезпечення цього доцільно використання засобів програми Matlab (Matrix Laboratory) компанії *The MathWorks*.

Література

1. Висяшев А.Н. Электромагнитная совместимость в электроэнергетических системах: Учеб. для вузов по направлению 650900 «Электроэнергетика». – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2005. - 693 с.
2. Айфичер Э., Джервис, Барри У. Цифровая обработка сигналов: практический подход, 2-е издание. М.: Издательский дом "Вильямс", 2004. - 992 с.
3. Лайонс Р. Цифровая обработка сигналов: Второе издание. М.: ООО «Бином-Пресс», 2006 г. - 656 с.

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОЇ ПОБУДОВИ ВЕКТОРНИХ 3-фазних ДІАГРАМ НАПРУГ І СТРУМІВ в середовищі MS EXCEL

Д. В. Бородін, ст. викладач каф. ЕМ, О. О. Швець, студент групи МЕСЕ2010-1

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

Багато цифрових засобів вимірювальної техніки мають можливість зберігати результати вимірювань діючих значень напруг, струмів